

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

“ ” 2020 p.

Київ – 2020 рік

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний

(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.Ф. Луговський

(підпис)

(прізвище ініціали)

“ ” 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Єсін Олександр Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Модернізація багатопозиційного пневмогідравлічного приводу з дозуючим пристроями

керівник проекту Галецький О.С., доц., к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 20 ” травня 2020 року № 1120-с

2. Термін подання студентом проекту 09.06.2020

3. Вихідні дані до проекту Циліндр: $D=80$ мм, $d=40$ мм, $S=400$ мм, $F_{\text{шп}}=0,003768$ м², $V_{\text{шп}}=0,0015$ м³, $F_{\text{п}}=0,005024$ м², $V_{\text{п}}=0,002$ м³. Розрядна камера 1: $\delta=0,00015625$ м, $\delta=0,00002083$ м, $F_{\text{к1}}=0,0000785$ м², $V_{\text{к1}}=0,00000078$ м³, $Q_{\text{т}}=2,38 \cdot 10^{-6}$ м³/с., $d_{\text{т}}=0,001$ м, $t_{\text{нап}}=6,68 \cdot 10^{-10}$ с, $t_{\text{р}}=5,25 \cdot 10^{-10}$ с. Друга

камера: $\delta=0,0003125\text{м}$, $\delta=0,00041667\text{м}$, $F_{к2}=0,0000785\text{ м}^2$,
 $V_{к2}=0,00000157\text{м}^3$, $Q_T=4,76 * 10^{-6}\text{ м}^3/\text{с}$, $d_T=0,0014\text{ м}$, $t_{нап}=1,79 * 10^{-9}\text{с}$,
 $t_p=1,05 * 10^{-9}\text{с}$. Третя камера: $\delta=0,000625\text{м}$, $\delta=0,000192\text{м}$, $F_{к3}=0,0000785\text{ м}^2$,
 $V_{к3}=0,00000314\text{м}^3$, $Q_T=9,52 * 10^{-6}\text{ м}^3/\text{с}$, $d_T=0,002\text{ м}$, $t_{нап}=4,02 * 10^{-9}\text{с}$,
 $t_p=2,102 * 10^{-9}\text{с}$. $t_{хт}=0,003\text{ с}$, $t=0,035\text{ с}$, $S=0,006\text{ м}$, $Q_{пз}=3,04 * 10^{-5}\text{ м}^3/\text{с}$,
 $\psi_1(\sigma_p) - 1,27$; $\psi_1(\sigma_a) - 0,5$, $\varphi_e=1,96$, $\tau_s - 0,915$, $l_T=1100\text{ мм}$, $T=294,15\text{ }^\circ\text{К}$,
 $F_{пз}=0,000177\text{ м}^2$, $V_{пз}=1,062 * 10^{-6}\text{ м}^3$.

4.3міст пояснювальної записки Вступ, РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИВОДІВ, 1.1 Різновид позиційних приводів, 1.2 Позиційні приводу з електрорушієм, 1.3 Позиційні приводи з пневматичним рушієм, 1.4 Гідравлічні позиційні приводи, 1.5 Види керування позиційними приводами, РОЗДІЛ 2 Розробка пневмогідравлічного крокового приводу, 2.1 Вимоги до гідравлічного приводу, 2.2 Принцип керування, 2.3 Принцип роботи, 2.4 Розрахунок пневмогідравлічного приводу, 2.5 Вибір робочої рідини, 2.6 Вибір апаратури для керування приводом, Висновок.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

Пояснювальна записка, Схеми – 2, Креслення – 5, Складальне креслення – 4, Специфікація – 4.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7.Дата видачі завдання 03.02.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання до дипломного проектування	03.02.2020-06.02.2020	
2	Аналіз позиційних приводів, їх типів, принципів керування	07.02.2020-15.04.2020	
3	Модернізація крокового позиційного приводу	15.04.2020-01.05.2020	
4	Проведення розрахунків для модернізованої частини позиційного крокового приводу	01.05.2020-10.05.2020	
5	Підготування технічної документації та креслень проекту	10.05.2020-01.06.2020	
6	Вивчення розділів «Охорона праці» та «Технологія машинобудування»	01.05.2020-08.06.2020	

Студент

(підпис)

Єсін О.В._____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Галецький О.С._____
(прізвище та ініціали)

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Модернізація багатопозиційного пневмогідравлічного приводу з
дозуючим пристроями

АНОТАЦІЯ

В даному проекті представлено схему і конструкцію модернізації багатопозиційного пневмогідравлічного приводу з дозуючими камерами. Пневмогідравлічний приводи – має дуже важливу роль в кожній промисловості, так як є потреба у використанні позиційних приводів для кращого поліпшення роботи та швидкодії виконання. На даний момент існує дуже велика кількість приводів, але не кожен може гарантувати надійність, міцність та перевантаженість.

Основна ідея підвищити ефективність гнучкості дозуючих приводів, завдяки яким можливо керувати навантаження та положення штоку. Спростити конструкцію, для простішої заміни деталі у разі поломки. В якості привода - стиснуте повітря, для отримання підвищення мобільності. Поглиблений аналіз, допоміг визначити основні недоліки, приводів. Не використовувати деталі, які можуть швидко вийти з ладу або матеріали які не здатні використовуватися в агресивних середовищах.

Проект налічує 68 сторінок, 9 креслень формату А2, А1, 4 розділи, 20 рисунків і 9 таблиць.

ANNOTATION

This project presents the scheme and design of modernization of multi-position pneumatic-hydraulic drive with dosing chamber. Pneumohydraulic actuators - has a very important role in every industry, as there is a need to use positional actuators to better improve performance and performance. At the moment there are a very large number of drives, but not everyone can guarantee reliability, durability and congestion.

The main idea is to increase the efficiency of the flexibility of dosing drives, thanks to which it is possible to control the load and position of the rod. Simplify the design, for easier replacement of parts in case of breakage. As a drive - compressed air to increase mobility. In-depth analysis helped to identify the main shortcomings of the reasons. Do not use parts that can fail quickly or materials that are not capable of being used in aggressive environments.

The project has 68 pages, 9 drawings in A2, A1, 4 sections, 20 figures and 9 tables.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ. 1. АНАЛІЗ КРОКОВИХ ПОЗИЦІЙНИХ ПРИВОДІВ	10
1.1. Різновиди позиційних приводів	10
1.2. Позиційні приводи з електрорушієм	11
1.3 Позиційні приводи з пневматичним рушієм	15
1.4. Гідравлічні позиційні приводи.....	19
1.5. Види керування позиційними приводами.....	23
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНОГО ПОЗИЦІЙНОГО КРОКОВОГО ПРИВОДУ.....	26
2.1 Вимоги до гідравлічного приводу.....	26
2.2 Принцип керування.....	27
2.3 Принцип роботи.....	28
2.4 Розрахунок пневмогідравлічного приводу.....	29
2.5 Вибір робочої рідини.	40
2.6 Вибір апаратури для керування приводом.	42
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	51
3.1. Технологічний контроль якості креслення	51
3.2. Аналіз службового призначення деталі і умов її роботи у вузлі.....	51
3.3. Визначення серійності виробництва та групи складності.....	52
3.4. Технологічні операції.....	53
РОЗДІЛ.4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
4.1. Характеристики переміщення	59
4.2. Аналіз мікрокліматичних умов	60
4.3. Освітлення виробничого приміщення.....	61
4.4. Пожежна безпека.....	63
4.5. Електробезпека.....	64
ВИСНОВОК	66
СПИСОК ВИКОРИСТОНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	67

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ				
Из.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Модернізація багатопозиційного пневмогідравлічногоприводу з дозуючими камерами	Літера	Аркш	Аркшів	
Разраб		Єсін О.В.					8	65	
Перевірив		Галецький О.С.				«КП» ім.Ігоря Сікорського			
Н. Контр.		Галецький О.С.							
Затв									

ВСТУП

Актуальність теми. Рівень розвитку автоматизованих комплексів різного призначення пред'являє високі вимоги до приводів за такими параметрами, як швидкодія та точність позиціонування.

В області розробки приводів найбільш перспективним напрямком є створення електричних, гідравлічних, пневматичних і комбінованих приводів.

Було обрано пневмогідравлічний привод з дозуючими камерами для поліпшення швидкості і дешевизни для пневматичних та висока потужність і точність гідравлічних. Домогтися підвищення їх ефективності можливо, використовуючи відомі прогресивні методи розробки і проектування, а також шляхом раціональної організації структури автоматизованого гідроприводу, зокрема - контуру пневматичного управління. Вирішення цього завдання і стала розробка пневмогідравлічного приводу.

Метою роботи є підвищення функціональності, енергоефективності та гнучкості приводу, завдяки чому можливо регулювати положення штоку та навантаження.

Запропоновано модернізувати позиційний привод, шляхом подачі блок стиснутого повітря у розрядні камери(для швидкодії спрацювання), це дозволить вивести позиціонування штоку у гідроциліндрі.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		9

РОЗДІЛ. 1. АНАЛІЗ КРОКОВИХ ПОЗИЦІЙНИХ ПРИВОДІВ

1.1. Різновиди позиційних приводів

У кожній промисловості є потреба у використанні позиційних приводів для кращого поліпшення роботи та швидкодії виконання. Використовуються у різних сферах обслуговування та потреби, в таких як будівна, машинобудівна, сільська, металургійна, кар'єрна.

Для вирішення цих потреб, використовуються приводи, такі як гідро-, електро-, пневмо-. Тенденції сучасного інформаційного суспільства, стрімкий розвиток техніки і сплетіння різних областей знань воєдино дають потужний поштовх для використання системного підходу в розробці засобів автоматизації взагалі і систем управління рухом зокрема. Приводи - це «м'язи» системи, які приймають команди управління (в основному у вигляді електричного сигналу) і виробляють зміну у фізичній системі, генеруючи переміщення і зусилля на робочому органі. Як правило, гідро- та пневмоприводи оснащені приводом (електродвигуни) і передавальними механізмами, що представляє собою єдиний приводний блок. В цю ж чергу електроприводи – це керована електромеханічна система, призначена для перетворення електричної енергії в механічну і назад в управління цим процесом.

Електроприводу бувають статичні, механічні і електромеханічні. Вони мають вид руху, а саме обертальні, поступальні, реверсивні, зворотно-поступальні.

Пневматичні-це комплекс пристроїв, що працює за допомогою енергії стисненого повітря. Вони набули широке поширення в різних сферах діяльності, так як мають швидкодію, використовуються для функціонування: запірної арматури на об'єктах нафтогазової, енергетичної та хімічної галузей.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						10
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		

Гідропривод- бувають два типи об'ємні і гідродинамічні. Об'ємних гідроприводів характерні великі тиску і невеликі швидкості переміщення рідини. Основними представниками об'ємних гідромашин є аксіально-поршневі і пластинчасті гідравлічні насоси та двигуни. Гідродинамічні приводи працюють за рахунок кінетичної енергії потоку робочої рідини. Вони відрізняються високими швидкостями переміщення рідини і невеликими тисками в системі.

1.2. Позиційні приводи з електрорушієм

Електропривод (рис.1) – електромеханічна система, що служить для приводу в рух функціональних органів машин і агрегатів для виконання певного технологічного процесу. Електричні приводи складаються з електродвигуна, пристрої перетворення, управління та передачі.

З прогресом промислового виробництва електричні приводи зайняли в побуті і на виробництві лідируючу позицію за кількістю електродвигунів і загальної потужності. Розглянемо структуру, типи, класифікацію електроприводів (рис 2).

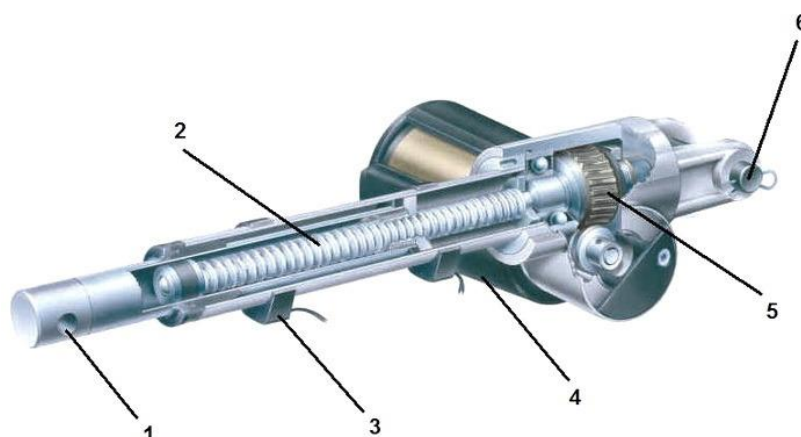


Рис 1. Електричний привід

1 - Передній кріплення; 2 - Гвинтові передача; 3 - Кінцевий датчик; 4 - Електродвигун; 5 - Зубчаста передача; 6 - Задній кріплення [1]

Функціональні компоненти



Рис. 2. Структура функціональних компонентів [1]

Р - регулятор служить для керування електроприводом; ЕП - електричний перетворювач служить для перетворення електроенергії в регульовану величину напруги; ЕМП - електромеханічний перетворювач електрики в механічну енергію; МП - механічний перетворювач здатний змінювати швидкодію і характер руху двигуна; Упр - управління вплив; ІВ - виконавчий орган.

Функціональні частини: електропривод, механічна частина, система управління. Виконавчий механізм є пристроєм, який зміщує робочу деталь по вступнику сигналу від керуючого механізму. Робочими деталями можуть бути шибери, клапани, засувки, заслінки. Вони змінюють кількість що надходить речовини на об'єкт. [1]

Робочі органи можуть рухатися поступально, обертового в певних межах. З їх участю виробляється вплив на об'єкт. Найчастіше електропривод з виконавчим механізмом складаються з електроприводу, редуктора, датчиків

положення і вузла зворотного зв'язку. Сьогодні електричні приводи модернізуються по їх зниженню ваги, ефективності дії, економічності, довговічності і надійності.

Властивості приводу, бувають статичні, механічна і електромеханічна характеристика. Механічні-це залежність швидкості обертання від моменту опору. При аналізі динамічних режимів механічні характеристики корисні й зручні. Електромеханічні- це залежність швидкості обертання від струму. Динамічні-це залежність координат електроприводу в певний момент часу при перехідному режимі. [1]

Класифікація. Електричні приводи зазвичай класифікуються за різними параметрами і властивостями, властивим їм. Розглянемо основні з них. По виду руху: обертальні, поступальні, реверсивні, зворотно-поступальні.

За принципом регулювання бувають: нерегульований, регульований, слідкуючий, програмно-керований, адаптивний автоматично-створює оптимальний режим при зміні умов, позиційний. По виду передаточного пристрою: редукторний, без редукторний, електрогідравлічний, магнітогідродинамічний. По виду приобразовані пристрої: вентильний, перетворювачем є транзистор або тиристор, випрямляч-двигун, перетворювачем є випрямляч напруги, частотний перетворювач-двигун. Перетворювачем є регульований частотний, генератор-двигун, магнітний підсилювач-двигун. [1]

За методом передачі енергії бувають груповий-від одного мотора через трансмісію наводяться в рух інші виконавчі органи робочих машин. В такому приводі дуже складний пристрій кінематичного ланцюга. Електричні приводи такого виду є неекономічними через їх складної експлуатації та автоматизації. Тому такий привід сьогодні не знайшов широкого застосування. Індивідуальний-характерний наявністю у кожного виконавчого органу окремого електродвигуна. Такий привід є одним з основних на сьогоднішній день, так як

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						13
Зм	Апк	№ підпису	Підпис	Підпис		

кінематична передача має простий пристрій, поліпшені умови техобслуговування і автоматизації. Індивідуальний привід знайшов популярність в сучасних механізмах: складних верстатах, роботах-маніпуляторів, підйомних машинах. Взаємопов'язаний-такий привід має кілька пов'язаних електроприводів. При їх функціонуванні підтримується співвідношення швидкостей і навантажень, а також положення органів машин. Взаємопов'язані електричні приводи необхідні з міркувань технології та пристрою. Для прикладу можна назвати привід стрічкового конвеєра, механізму повороту екскаватора, або шестерні гвинтового преса великої потужності. Для постійного співвідношення швидкостей без механічного зв'язку застосовується схема електричного зв'язку декількох двигунів. Така схема отримала назву схеми електричного валу. Такий привід використовується в складних верстатах, пристроях розвідних мостів. [1]

Щоб приводи виробляли якісну роботу, необхідно правильно вибрати електричний двигун. Це створить умови довгої і надійної роботи, а також підвищить ефективність виробництва.

Можливість більш точного підбору потужності двигуна для електроприводу. Електричний мотор менш пожежонебезпечний на відміну від інших типів двигунів. Приводи дають можливість швидкого пуску і зупинки механізму, його плавного гальмування. Немає необхідності в спеціальних регуляторах харчування для електродвигуна. Всі процеси відбуваються в автоматичному режимі. Приводи дають можливість підбору мотора, властивості якого краще за інших моделей поєднуються з характеристиками агрегату. За допомогою електричного приводу можна плавно регулювати обороти механізму в певних межах. [1]

Електродвигун дає можливість економити електрику, а при певних умовах навіть генерувати її в мережу. Повна і проста автоматизація установок і

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						14
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		

механізмів можлива тільки за допомогою електроприводів. ККД електромоторів має найбільший показник по порівнянню з іншими моделями двигунів. Мотори виробляють з підвищеною врівноваженістю. Це дає можливість вбудовування їх в механізми машин, робити менш масивним фундамент.

Електричні приводи повинні поєднуватися з роботою апаратури, в якій вони застосовуються, з їх системою постачання електроенергією, інформаційними даними, а також з робочими елементами. Найбільш гостро стоїть вимога сумісності електроприводів для медичної та побутової техніки, в радіотехніці. [1]

Відповідно до цієї вимоги привід повинен виконувати певні функції і заданих умовах протягом деякого інтервалу часу, з розрахунковою ймовірністю роботи без виникнення несправності. При невиконанні цих вимог інші властивості виявляються марними. Надійність може значно відрізнятись в залежності від характеру роботи. У деяких механізмах не потрібно довгого часу роботи, проте відмова механізму не повинен мати місце. Такий приклад можна знайти у військовій промисловості. І ще один приклад, де навпаки, час служби має бути великим, а відмова пристрою цілком можливий, і не призведе до серйозних наслідків. [1]

1.3. Позиційні приводи з пневматичним рушієм

Пневматичний привід (рис.2) (пневмопривод) являє собою комплекс пристроїв, що використовуються для перетворення енергії, що повідомляється приводним двигуном, в рух робочих елементів устаткування за допомогою енергії стисненого повітря.

Склад пневмопривода.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						15
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		

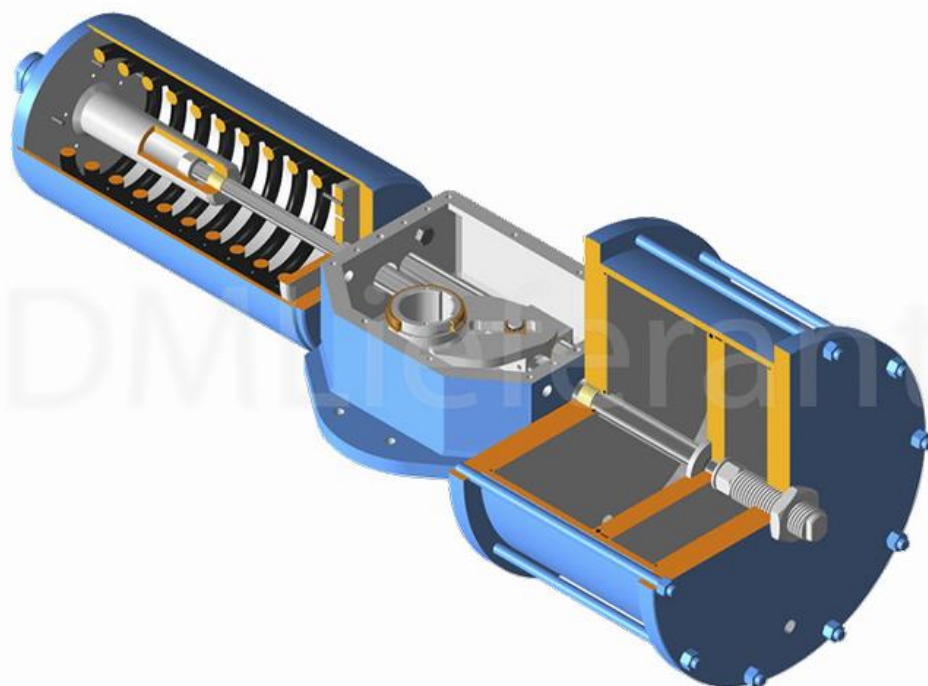


Рис. 3. Склад пневмоприводу [2]

Основні пристрої, що входять до складу пневмопривода (рис.3), використовуються для виконання ряду характерних функцій: повітрязабірник служить для забезпечення надходження і спрямованої подачі в систему повітря; відділення з потоку повітря, що поступає забруднень і частинок пилу, які можуть призводити до підвищеного зносу і поломок складових частин приводу, проводиться за допомогою фільтра; стиснення надійшов в систему повітря виконується компресором; підвищену температуру повітря, що є наслідком стиснення, перед подачею до пневмодвигун, знижують за допомогою теплообмінника; вологовідділювач використовується для запобігання зносу елементів пневмосистеми внаслідок конденсації вологи, присутньої в стислому повітрі; для своєчасної та рівномірної подачі, в системі зосереджують певний запас обсягу стисненого повітря, що знаходиться в спеціальному резервуарі - ресивері; маслорозпилювач впорскує в стиснене повітря змазує рідина, що дозволяє знизити тертя в рухомих частинах приводу і убезпечити їх від

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						16
Зм	Апк	№ дпк.им	Підпис	Попл		

можливого заклинювання; надходження потоку стисненого повітря постійного тиску до споживачів здійснюється за допомогою редукційного клапана; управління переміщенням вихідних ланок забезпечується розподільником; пневматичний двигун служить для перетворення пневматичної енергії в механічну енергію виконавчих механізмів. [2]

Класифікація пневмопривода.



Рис. 4. Пневмопривод двухсторонньої дії [2]

Робочий орган пневмообладнання як і вихідна ланка пневматичного двигуна може здійснювати певний вид руху. У зв'язку з цим, пневмоприводи поділяють на пневмоприводи з обертальним, поступальним і поворотним рухом. У сфері промислового виробництва в основному застосовуються пневмоприводи з поступальним рухом, які, в свою чергу, мають такі різновиди: дво- та багатопозиційні (за кількістю положень, займаних робочим органом); одно- і двосторонньої дії (рис.4) (привід зайняв свою попередню позицію під дією пружини і стисненим повітрям, відповідно); поршневі, мембранні і сильфонні (по типу конструктивного пристрою). [2]

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						17
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		

Переваги пневмопривода.

У порівнянні з іншими видами приводів (як правило, гідравлічними) пневмоприводи мають ряд переваг: простота конструктивного пристрою, відсутня необхідність облаштовувати додаткові елементи системи для повернення робочого газу на вхід системи; газ істотно легше рідин, використовуваних в гідроприводах, що позитивно позначається на багатогабаритних показниках пневмопристроїв; економічність (доступна вартість стисненого газу); швидкодія; високі швидкості обертання валів пневмомотор; енергія стисненого газу може передаватися на великі відстані; надійна експлуатація в широкому інтервалі температур, в умовах підвищеної вологості і запиленості; можливість забезпечення стисненим газом великого числа споживачів від одного компресора; екологічна чистота, пожежна безпека; великий ресурс і простота технічного обслуговування. [2]

Завдяки ряду важливих і корисних властивостей, пневмоприводи набули широкого поширення в різних сферах діяльності. На багатьох промислових підприємствах віддають перевагу облаштування централізованої системи подачі стисненого повітря, що забезпечує роботу десятків і сотень одиниць виробничого обладнання, механізмів, інструменту. Пневмоприводи використовуються для функціонування: запірної арматури на об'єктах нафтогазової, енергетичної та хімічної галузей; промислових роботів в машинобудуванні і автомобілебудуванні; формувальних, ливарних, кокільних, струшуючих машин і автоматів в ливарному виробництві; обладнання та інструменту в вугільних і гірничорудних шахтах; пристроїв і механізмів, що виконують замість людини велике число важких і монотонних операцій, в тому числі в автоматичному режимі: зажим і фіксація оброблюваних деталей, переміщення і кантування, збірка, упаковка, транспортування, контроль розмірів. [2]

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						18
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		

1.4. Гідравлічні позиційні приводи

Гідравлічний привід (рис.6) (гідропривід) являє собою комплекс пристроїв, що використовуються для приведення в рух робочих органів обладнання за допомогою гідравлічної енергії.

До складу гідроприводу входить ряд основних пристроїв, для яких характерне виконання таких функцій: насос виступає в якості постачальника гідравлічної енергії; гідравлічний двигун є споживачем гідравлічної енергії, і перетворює її в механічну енергію; гідророзподільники, дроселі регулюють потік робочої рідини, керуючи тим самим рухом вихідної ланки гідродвигуна; для переміщення робочої рідини всередині гідросистеми, а також подачі її до своїх пристроїв, використовуються гідролінії; відділення з гідравлічної рідини забруднень, що утворюються під час експлуатації системи, здійснюється за допомогою фільтра; для регулювання температури рідини можуть застосовуватися різні пристрої, що виконують як нагрів, так і її охолодження.

[3]

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						19
Зм	Апк	№ докум	Підпис	Пити		

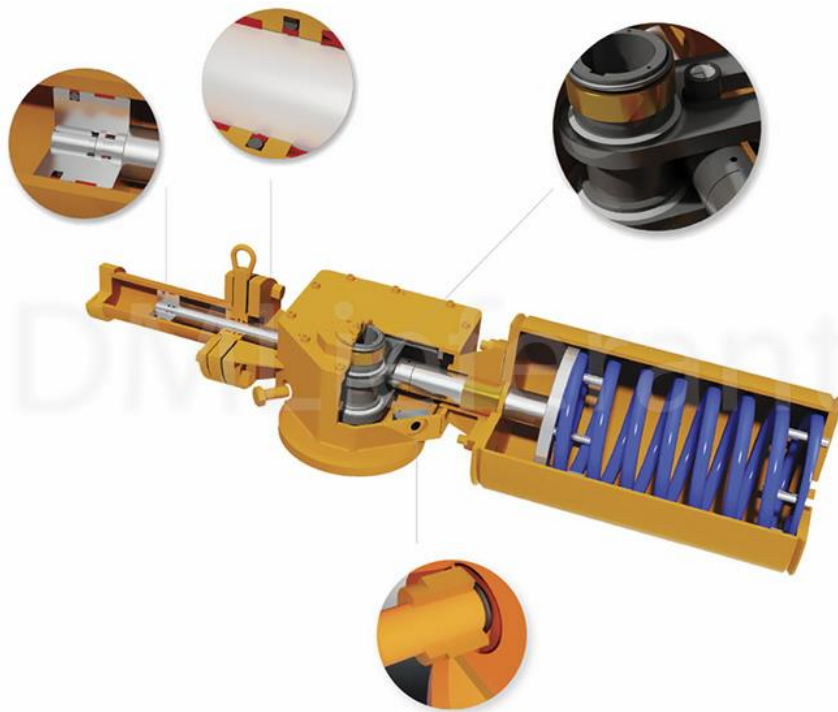


Рис.5. Гідравлічний привід [3]

Типи гідроприводів

Виділяють два типи гідравлічних приводів: об'ємні і гідродинамічні. Для об'ємних гідроприводів характерні великі тиску (до 300 МПа і вище) і невеликі швидкості переміщення рідини. Вони функціонують за рахунок потенційної енергії тиску рідини. Насоси та гідравлічні двигуни цих приводів також відносяться до гідромашин об'ємного типу. Їх функціонування пов'язане з почерговим наповненням робочої порожнини гідравлічної рідиною і виштовхуванням її з порожнини. Основними представниками об'ємних гідромашин є аксіально-поршневі і пластинчасті гідравлічні насоси та двигуни. [3]

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						20
Зм	Апк	№ докум	Підпис	Потп		

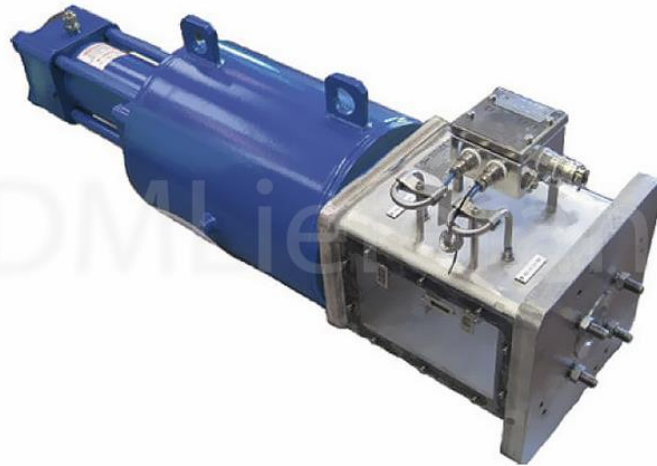


Рис.6. Лінійний гідропривод [3]

Виділяють два типи гідравлічних приводів: об'ємні і гідродинамічні. Для об'ємних гідроприводів характерні великі тиску (до 300 МПа і вище) і невеликі швидкості переміщення рідини. Вони функціонують за рахунок потенційної енергії тиску рідини. Насоси та гідравлічні двигуни цих приводів також відносяться до гідромашин об'ємного типу. Їх функціонування пов'язане з почерговим наповненням робочої порожнини гідравлічної рідиною і виштовхуванням її з порожнини. Основними представниками об'ємних гідромашин є аксіально-поршневі і пластинчасті гідравлічні насоси та двигуни. [3]

Гідродинамічні приводи працюють, як правило, за рахунок кінетичної енергії потоку робочої рідини. Вони відрізняються високими швидкостями переміщення рідини і невеликими тисками в системі, зазвичай знаходяться в інтервалі 1 ... 2 МПа. У зв'язку з тим, що габарити і маса гідродинамічних приводів істотно вище, ніж у об'ємних приводів, останні отримали набагато більшого поширення.

Класифікація об'ємних гідроприводів.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						21
Зм	Апк	№ докум	Підпис	Попл		

Відповідно до особливостей конструктивного пристрою і ряду інших параметрів, виділяють такі різновиди об'ємних гідроприводів: з обертальним, поступальним і поворотним рухом (в залежності від виду переміщення вихідної ланки); регульований (дросельний, об'ємний, об'ємно-дросельний), нерегульований і саморегульованих (по можливості регулювання швидкості вихідної ланки); програмний, що стежить, стабілізований (відповідно до вирішуваних завдань регулювання); із замкнутою і розімкнутої системою циркуляції (по виду циркуляції робочої рідини); насосний, акумуляторний, магістральний (за способом подачі робочої рідини); з електроприводом, приводом від двигуна внутрішнього згоряння, турбіни (відповідно до типу двигуна, використовуваного в приводі). [3]

Переваги гідропривода гідроприводів відносять: керованість і простота автоматизації; високі показники потужності на одиницю маси, наприклад, електричні приводи з аналогічними параметрами потужності будуть мати масу в 10-15 разів більше; великі зусилля і потужність можуть бути досягнуті в невеликих по масі і розмірам пристроях; швидкість вихідної ланки може варіюватися в широкому полі значень без застосування багатоступеневих механізмів; використання в якості робочих рідин масл дозволяє обійтися без застосування спеціальних змащувальних пристроїв; можливість реалізації поступального, поворотного і обертального руху вихідної ланки; надійність і простота захисту робочих елементів системи від перевантажень за допомогою установки запобіжного клапана. [3]

Область застосування гідроприводів. Гідроприводи об'ємного типу отримали широке застосування в наступних програмах: дорожні і будівельні машини (екскаватори, автогрейдери, бульдозери); авіабудування і верстатобудування; автомобільна промисловість, тракторобудування, танкобудування; гідравлічні системи промислового обладнання. [3]

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						22
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		

1.5. Види керування позиційними приводами

Пристрої управління призначені для управління потоком або іншими пристроями гідроприводу. При цьому під управлінням потоком розуміється зміна або підтримка на певному рівні тиску і витрати в гідросистемі, а також зміна напрямку руху потоку робочої рідини. До пристроїв управління відносяться: гідророзподільники, службовці для зміни напрямку руху потоку робочої рідини, забезпечення необхідної послідовності включення в роботу гідродвигунів, реверсування руху їх вихідних ланок і т.д .; регулятори тиску (запобіжний, редукційний, переливної і інші клапани), призначені для регулювання тиску робочої рідини в гідросистемі; регулятори витрати (подільники та суматори потоків, дроселі та регулятори потоку, направляючі клапани), за допомогою яких керують потоком робочої рідини; гідравлічні підсилювачі, необхідні для управління роботою насосів, гідродвигунів або інших пристроїв управління за допомогою робочої рідини з одночасним посиленням потужності сигналу управління.

У без циркуляційних системах газ може бути використаний споживачем як хімічний реагент (наприклад, в зварювальному виробництві, в хімічній промисловості) або як джерело пневматичної енергії. В останньому випадку в якості енергоносія зазвичай служить повітря. Виділяють три основних напрямки застосування стисненого повітря.

До першого напрямку відносяться технологічні процеси, де повітря виконує безпосередньо операції обдування, осушення, розпилення, охолодження, вентиляції, очищення і т.п. Дуже широке поширення одержали системи пневмотранспортування по трубопроводах, особливо в легкої, харчової, гірничодобувній галузях промисловості. Штучні і кускові матеріали транспортуються в спеціальних посудинах (капсулах), а пилоподібні в суміші з

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						23
Зм	Апк	№ Апк.ім	Підпис	Ппмп		

повітрям переміщуються на відносно великі відстані аналогічно текучим речовин.

Другий напрямок - використання стисненого повітря в пневматичних системах управління (ПСУ) для автоматичного управління технологічними процесами (системи пневмоавтоматики). Цей напрямок одержав інтенсивний розвиток з 60-х років завдяки створенню універсальної системи елементів промислової пневмоавтоматики (УСЕППА). Широка номенклатура УСЕППА (пневматичні датчики, перемикачі, перетворювачі, реле, логічні елементи, підсилювачі, струменеві пристрої і т.д.) дозволяє реалізувати на її базі релейні, аналогові і аналого-релейні схеми, які за своїми параметрами близькі до електротехнічним системам. Завдяки високій надійності вони широко використовуються для циклового програмного керування різними машинами, роботами в велико серійному виробництві, в системах управління рухом мобільних об'єктів.

Завданнями управління електроприводами є: здійснення пуску, регулювання швидкості, гальмування, реверсування робочої машини, підтримання її режиму роботи відповідно до вимог технологічного процесу, управління становищем робочого органу машини. При цьому повинні бути забезпечені максимальна продуктивність машини або механізму, найменші капітальні витрати і витрати електроенергії.

Конструкція робочої машини, вид електроприводу і система його управління пов'язані між собою. Тому вибір, проектування і дослідження системи керування електроприводом повинні здійснюватися з урахуванням конструкції робочої машини, її призначення, особливостей і умов роботи.

За способом управління розрізняють системи ручного, напівавтоматичного (автоматизованого) і автоматичного управління.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						24
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Птпд		

Ручним називається управління, при якому оператор безпосередньо впливає на найпростіші апарати управління. Недоліками такого управління є необхідність розташування апаратів поблизу електроприводу, обов'язкову присутність оператора, низькі точність і швидкодію системи управління. Тому ручне управління знаходить обмежене застосування.

Управління називається напівавтоматичним, якщо його здійснює оператор шляхом впливу на різні автоматичні пристрої, що виконують окремі операції. При цьому забезпечується висока точність управління, можливість дистанційного керування, знижується стомлюваність оператора. Однак при такому управлінні обмежена швидкодія, так як оператор може витрачати час на прийняття рішення про необхідний режимі управління в залежності від мінливих умов роботи.

Управління називається автоматичним, якщо всі операції управління здійснюються автоматичними пристроями без безпосередньої участі людини. В цьому випадку забезпечуються найбільші швидкодію і точність управління системи автоматичного управління в міру розвитку засобів автоматики набувають все більшого поширення.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНОГО ПОЗИЦІЙНОГО КРОКОВОГО ПРИВОДУ

2.1. Вимоги до гідравлічного приводу

В результаті неякісного виготовлення можливі виробничі відмови гідрообладнання, і вони трапляються нерідко. Але основними є експлуатаційні відмови, що виникають в результаті порушення правил експлуатації і технічного обслуговування гідроприводу. Для досягнення максимальної ефективності та надійності гідроприводу необхідно своєчасно виконувати щоденне і періодичні технічні обслуговування (ТО), а також діагностування технічного стану вузлів імпорту.

Необхідно ретельно і своєчасно виконувати весь перелік робіт, зазначених в інструкції з експлуатації для кожного виду ТО. Регулярне ТО гідроприводу і запобігання несправностей набагато вигідніше, ніж усунення наслідків поломки шляхом заміни пошкодженого гідрообладнання. Для заміни пошкодженого гідропристрою потрібно розібрати і зібрати компоненти гідроприводу, і при цьому в гідросистему може потрапити бруд.

Необхідно контролювати тиск і температуру в гідросистемі за показниками приладів, встановлених на пульті управління, і рівень робочої рідини за вказівником на боковій стінці бака, так як від значення цих параметрів залежить ефективність роботи машини і ресурс роботи гідравлічного обладнання. У літній період можливий перегрів робочої рідини понад допустимої температури. Для зниження і стабілізації температури робочої рідини необхідно не забувати включити в гідросистемі теплообмінник, якщо температура робочої рідини підвищилася до $+ 50 \dots + 55^{\circ} \text{C}$.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						26
Зм	Апк	№ ппк/ім	Підпис	Пптт		

2.2. Принцип керування крокових позиційних приводів.

Два важливі варіанти для різних типів управління: шляхом зміни перерізу гідравлічного індуктора, з'єднаного паралельно з гідравлічним двигуном, шляхом зміни перерізу гідравлічного індуктора, з'єднаного паралельно з гідравлічним двигуном і можливе поєднання всіх цих варіантів.

Гідравлічна система із затискачами послідовно: кавітація в потоці провідника є кращою, оскільки у випадку обміну вантажем на штоці циліндра кавітацію можна запобігти.

У порівнянні з об'ємними значеннями гідравлічних двигунів, при регулюванні напруги, експлуатаційні характеристики гірші (залежно від швидкості руху гідравлічних двигунів на навантаженні), гідравлічний двигун має меншу робочу силу та втрати енергії.

Однак система з керуванням гідравлікою набагато дорожча, ніж об'ємна гідравлічна система. Тому вакуумний насос використовується в гідравлічних двигунах запалювання, а також у гідравлічних двигунах мають короткий час і простої.

Крім того, гідравлічні системи з регулюванням крутного моменту неефективні, що дозволяє використовувати їх у двигунах, які часто вимагають зміни швидкості обертання двигуна або гідравлічного тиску відповідно до складного закону. Зумовлений кінематичною інтеграцією блокувальних елементів блоку гідравлічного двигуна з необхідною камерою обертання.

Ще одна перевага гідравлічних систем з обертним керуванням полягає в тому, що вони дозволяють перетворити подачу рідини в гідромотор. У гідравлічній системі з об'ємним агрегатом важко здійснити зміну, зазначену невеликими розмірами, через кількість рідини, що діє на двигун, що регулює двигун.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						27
Зм	Апк	№ ппким	Підпис	Попл		

2.3. Принцип роботи крокових позиційних приводів.

Для підвищення мобільності і простоти було запропоновано застосування крокового позиційного приводу в якості джерела живлення використовувати енергію стиснутого повітря. Це дає змогу підвищити мобільність позиційного приводу, його швидкодію за рахунок більш швидкого спрацювання розрядних камер і відповідно подачі порцій рідини до камер гідравлічного циліндра.

Пневмогідравлічний привод (рис.7) працює наступним чином: стиснуте повітря від компресору К подається до пневматичного острову Р4 і далі до розрядних камер різного об'єму, відповідно при спрацюванні одного з розподільників спрацьовує і розрядна камера, яка подає порцію робочої рідини через розподільники Р2 та Р1 до поршневої або штокової порожнини гідравлічного циліндра Ц1 в залежності від позиції розподільника Р1. Середня позиція розподільника Р1 застосовується для жорсткої фіксації позиції штоку. Різниця об'ємів яка утворюється при роботі одноштокового гідравлічного циліндра компенсується пневмогідравлічним акумулятором. Зарядка розрядних камер відбувається наступним чином: розподільник Р2 займає крайнє праве положення, розподільники на пневматичному острові Р4 займають вихідне положення, розподільник Р3 займає крайнє ліве положення і робоча рідина з акумулятора поступає до розрядних камер. Після наповнення розрядних камер всі розподільники займають попереднє положення і розрядні камери готові подати наступну порцію робочої рідини.[4].

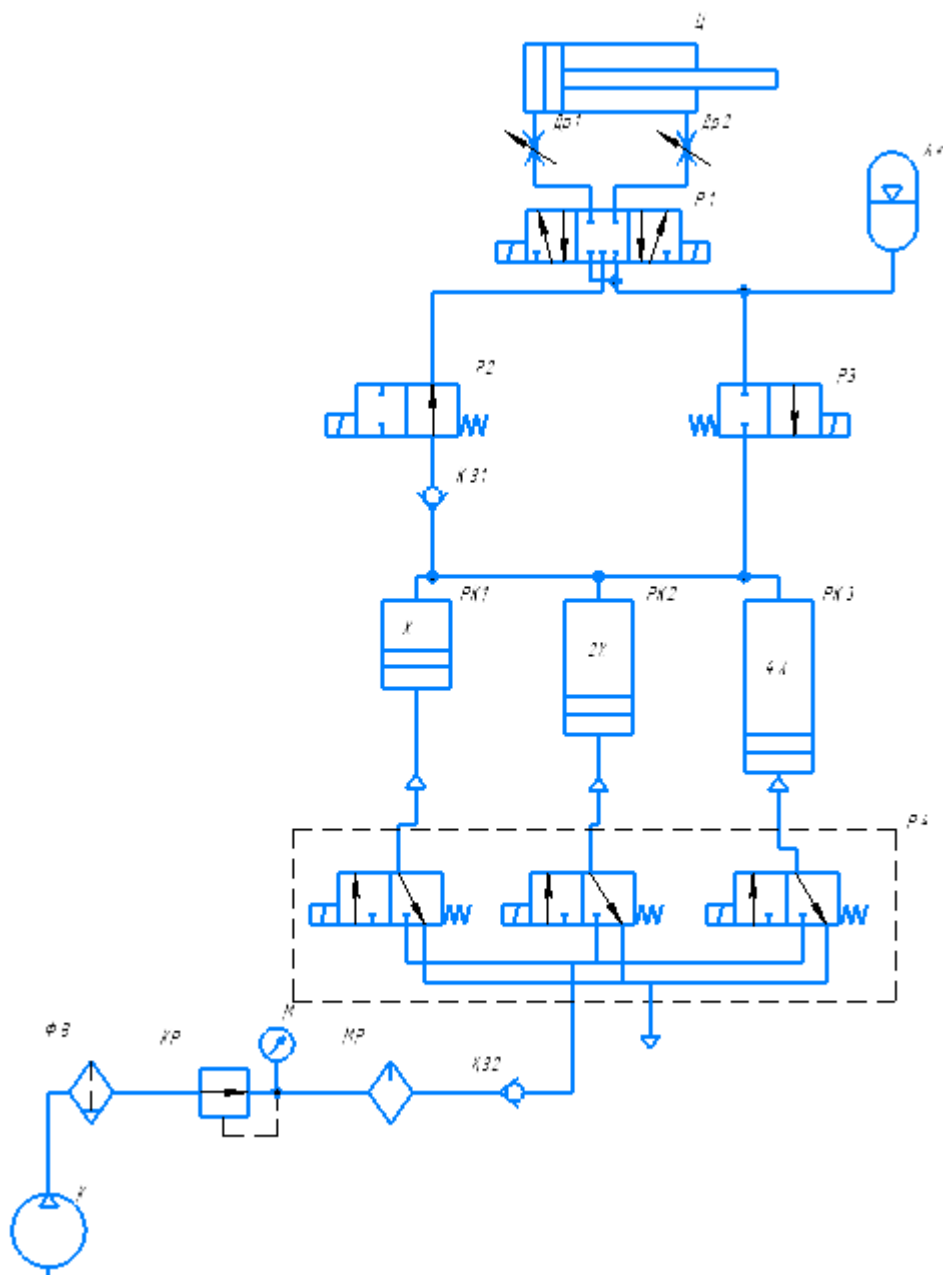


Рис.7. Схема пневмогидравлічного приводу.

2.4. Розрахунок пневмогидравлічного приводу

Розрахунок гідравлічної частини (рис.8) крокового позиційного приводу виконується шляхом по стандартній методиці яка приведена в джерелі [5]

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						29
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Попс		

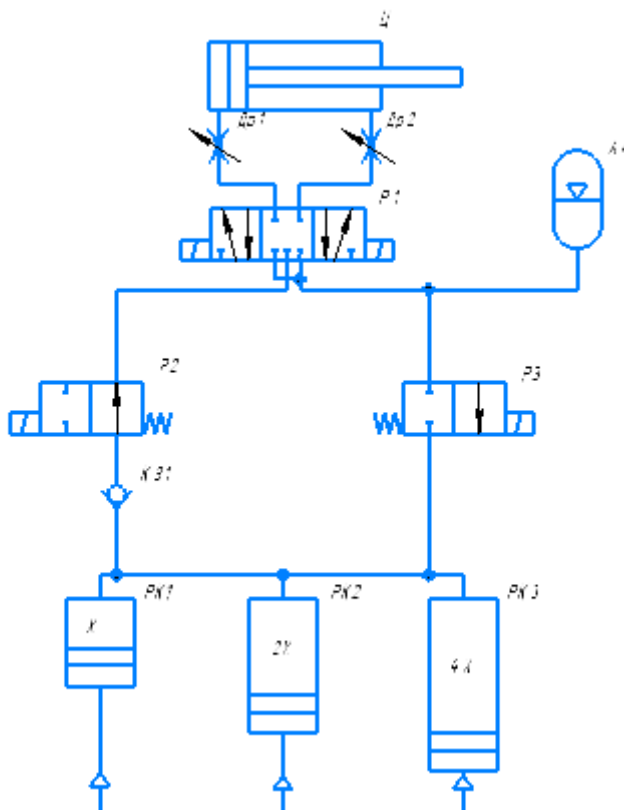


Рис.8. Гідравлічна частина приводу

Знаходження площі штокової порожнини:

$$F_{\text{шп}} = \frac{\pi}{4} * (D^2 - d^2); [5]$$

$$F_{\text{шп}} = \frac{3,14}{4} * (0,0064 - 0,0016) = 0,003768 \text{ м}^2;$$

Знаходження об'єму штокової порожнини:

$$V_{\text{шп}} = F_{\text{шп}} * S; [5]$$

$$V_{\text{шп}} = 0,003768 * 0,4 = 0,0015 \text{ м}^3;$$

Знаходження площі поршневої порожнини:

$$F_{\Pi} = \frac{\pi D^2}{4}; [5]$$

$$F_{\Pi} = \frac{3,14 * 0,0064}{4} = 0,005024 \text{м}^2; [5]$$

Знаходження об'єму поршневої порожнини:

$$V_{\Pi} = F_{\Pi} * S; [5]$$

$$V_{\Pi} = 0,005024 * 0,4 = 0,002 \text{м}^3;$$

Дискретність приводу визначається співвідношенням об'ємів першої розрядної камери та об'єму поршневої та/або штокової порожнини гідравлічного циліндра і визначається наступною залежністю:

Розрахунок розрядної камери РК1

при прямому ході:

$$\delta = \frac{d_1^2 \cdot x}{D^2}; [5]$$

$$\delta = \frac{0,01^2 * 0,01}{0,0064} = 0,00015625 \text{м};$$

при зворотному ході:

$$\delta = \frac{d_1^2 \cdot x}{(D^2 - d^2)}; [5]$$

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						31
Зм	Апк	№ ппк1м	Підпис	Пппп		

$$\delta = \frac{0,01^2 * 0,01}{0,0048} = 0,00002083\text{м};$$

Розрахунок розрядної камери РК2:

при прямому ході:

$$\delta = \frac{0,01^2 * 0,02}{0,0064} = 0,0003125\text{м};$$

при зворотному ході:

$$\delta = \frac{0,01^2 * 0,02}{0,0048} = 0,00041667\text{м};$$

Розрахунок розрядної камери РК3:

при прямому ході:

$$\delta = \frac{0,01^2 * 0,04}{0,0064} = 0,000625\text{м};$$

при зворотному ході:

$$\delta = \frac{0,01^2 * 0,04}{0,0048} = 0,000192\text{м};$$

Знаходження Q_T - витрата рідини на ділянці, що розраховується $\text{м}^3/\text{с}$:

Розрахунок розрядної камери РК1.

Знаходимо площу:

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						32
Зм	Апк	№ ліквим	Підпис	Потп		

$$F_{к1} = \frac{\pi D^2}{4}; [5]$$

$$F_{к1} = \frac{3,14 * 0,01^2}{4} = 0,0000785 \text{ м}^2;$$

З площі, знаходимо об'єм камери:

$$V_{к1} = F_{к1} * S, [5]$$

де S – хід поршня.

$$V_{к1} = 0,0000785 * 0,01 = 0,00000078 \text{ м}^3;$$

З цього знаходимо Q_T для першої розрядної камери:

$$Q_T = \frac{V_{к1}}{t}; [5]$$

$$Q_T = \frac{0,00000078}{0,33} = 2,38 * 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Розрахунок розрядної камери РК2.

Знаходимо площу:

$$F_{к2} = \frac{\pi D^2}{4}; [5]$$

$$F_{к2} = \frac{3,14 * 0,01^2}{4} = 0,0000785 \text{ м}^2;$$

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						33
Зм	Апк	№ ппким	Підпис	Пппп		

З площі, знаходимо об'єм камери:

$$V_{к2} = F_{к2} * S, [5]$$

де S – хід поршня.

$$V_{к2} = 0,0000785 * 0,02 = 0,00000157 \text{ м}^3;$$

З цього знаходимо Q_T для другої розрядної камери:

$$Q_T = \frac{V_{к2}}{t}; [5]$$

$$Q_T = \frac{0,00000078}{0,33} = 4,76 * 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Розрахунок розрядної камери РКЗ.

Знаходимо площу:

$$F_{к3} = \frac{\pi D^2}{4}; [5]$$

$$F_{к3} = \frac{3,14 * 0,01^2}{4} = 0,0000785 \text{ м}^2;$$

З площі, знаходимо об'єм камери:

$$V_{к3} = F_{к3} * S, [5]$$

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						34
Зм	Апк	№ лікит	Підпис	Потп		

де S – хід поршня.

$$V_{кз} = 0,0000785 * 0,04 = 0,00000314 \text{ м}^3;$$

З цього знаходимо Q_T для третьої розрядної камери:

$$Q_T = \frac{V_{к1}}{t}; [5]$$

$$Q_T = \frac{0,00000078}{0,33} = 9,52 * 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Розрахунок варто робити на ділянці, що мають однакову витрату.

Знаходимо діаметр трубопровода для кожного з розрядних камер та підбираємо найбільший діаметр:

$$d_T = \sqrt{4Q_T / \pi \vartheta_{ср}}; [5]$$

для напірних $\vartheta_{ср} = 3 \dots 6 \text{ м/с}$, обираємо 3 м/с .

для розрядної камери РК1:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 2,38 * 10^{-6}}{3,14 * 3}} = 0,001 \text{ м};$$

для розрядної камери РК2:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 4,76 * 10^{-6}}{3,14 * 3}} = 0,0014 \text{ м};$$

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						35
Зм	Апк	№ ліній	Підпис	Пити		

для розрядної камери РКЗ:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 9,52 * 10^{-6}}{3,14 * 3}} = 0,002 \text{ м};$$

Через неможливого технічного виготовлення, обираємо діаметр трубопроводу 4 мм (0,004 м).

Розрахунок пневматичної частини (рис.9) крокового позиційного приводу виконується шляхом по стандартній методиці яка приведена в джерелі [6]

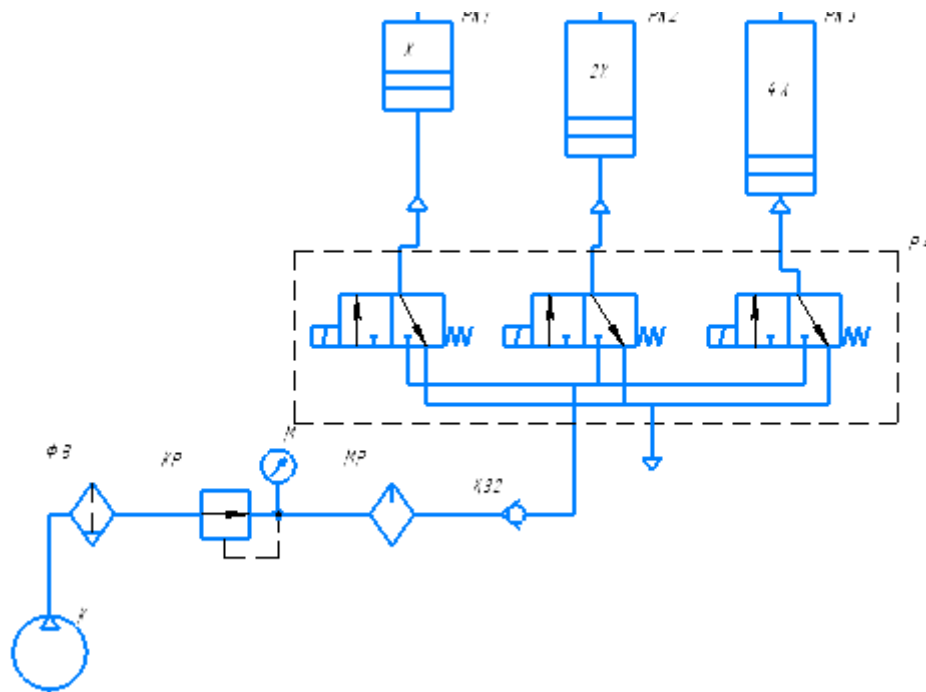


Рис.9. Пневматична частина

Знаходження часу перемикання розподільника.

Площа поршня перемикання золотника в розподільнику:

$$F_{пз} = \frac{\pi D_{пз}^2}{4} = \frac{3,14 * 0,015^2}{4} = 0,000177 \text{ м}^2, [6]$$

де $D_{пз}$ – діаметр поршня в розподільнику

Знаходження об'єму камери, який потрібно заповнити, щоб перемкнути розподільник:

$$V_{пз} = F_{пз} * S = 0,000177 * 0,006 = 1,062 * 10^{-6} \text{ м}^3, [6]$$

де S – хід поршня в золотнику.

Знаходимо час перемикання розподільника:

$$t = \frac{V_{пз}}{Q_{пз}} = \frac{1,062 * 10^{-6}}{3,04 * 10^{-5}} = 0,035 \text{ с}, [6]$$

де $Q_{пз}$ – витрата поршневої камери.

Час наповнення робочої порожнини, визначається за формулою:

$$t_{нап} = 3,62 * 10^{-3} \frac{V}{\varphi_e} [\psi_1(\sigma_p) - \psi_1(\sigma_a)]; [6]$$

де $\psi_1(\sigma_p) - 1,27; \psi_1(\sigma_a) - 0,5$ функції тиску, що визначається співвідношенням.

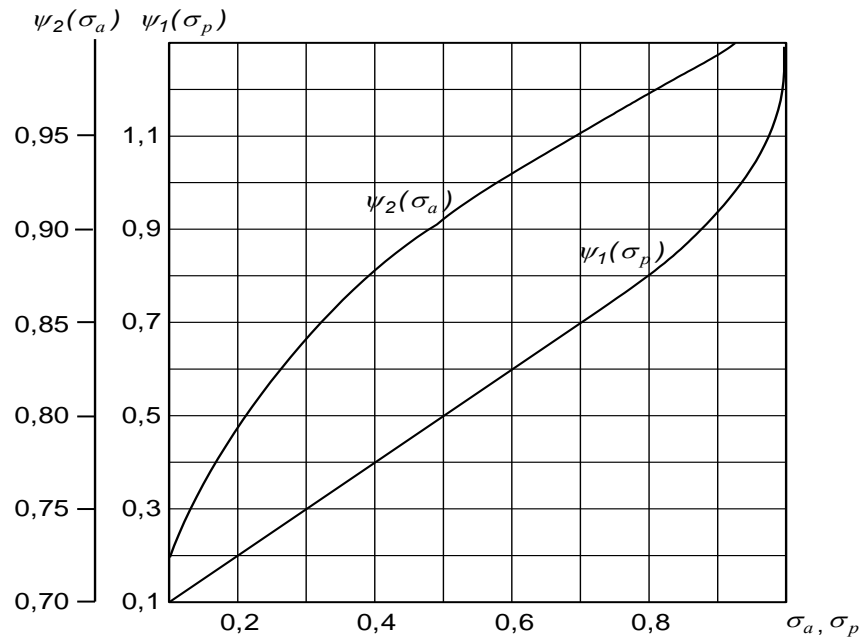


Рис.10. Томограма залежності $\psi_1(\sigma_p)$, $\psi_2(\sigma_a)$ від σ_p , σ_a [6]

φ_e – визначається за формулою:

$$\varphi_e = \frac{K_v}{5 \cdot 10^4} = \frac{0,098 \cdot 10^6}{5 \cdot 10^4} = 1,96; [6]$$

Знаходимо час наповнення робочої порожнини в першій камері:

$$t_{\text{нап}} = 3,62 \cdot 10^{-3} \frac{4,7 \cdot 10^{-7}}{1,96} [1,27 - 0,5] = 6,68 \cdot 10^{-10} \text{с};$$

Знаходимо час наповнення робочої порожнини в другій камері:

$$t_{\text{нап}} = 3,62 \cdot 10^{-3} \frac{1,26 \cdot 10^{-6}}{1,96} [1,27 - 0,5] = 1,79 \cdot 10^{-9} \text{с};$$

Знаходимо час наповнення робочої порожнини в третій камері:

$$t_{\text{нап}} = 3,62 * 10^{-3} \frac{2,38 * 10^{-6}}{1,96} [1,27 - 0,5] = 4,02 * 10^{-9} \text{с};$$

Час руху поршня дозуючих камер:

$$t_p = 1,03 * 10^{-3} \frac{SD^2}{\varphi_e}; [6]$$

де $\tau_s - 0,915$.

Визначаємо рух поршня кожної розрядної камери.

Розрядна камера РК1:

$$t_p = 1,03 * 10^{-3} \frac{0,01 * 0,01^2}{1,96} = 5,25 * 10^{-10} \text{с};$$

Розрядна камера РК2:

$$t_p = 1,03 * 10^{-3} \frac{0,02 * 0,01^2}{1,96} = 1,05 * 10^{-9} \text{с};$$

Розрядна камера РК3:

$$t_p = 1,03 * 10^{-3} \frac{0,04 * 0,01^2}{1,96} = 2,102 * 10^{-9} \text{с};$$

Час розповсюдження хвилі тиску:

$$t_{\text{хт}} = \frac{l_T}{\alpha}, \quad [6]$$

де $\alpha = 20\sqrt{T}$ – швидкість звуку в повітрі в м/с.

T – абсолютна температура в магістралі 294,15 °К;

l_T – довжина трубопровода 1100 мм.

$$t_{\text{хт}} = \frac{1,1}{343,01} = 0,003 \text{ с.}$$

2.5. Вибір робочої рідини.

Це складна процедура, однак від неї залежить працездатність гідроприводу протягом тривалого часу і в різних навколишніх умовах, його надійність і стабільність характеристик.

При виборі робочих рідин необхідно враховувати наступні умови експлуатації гідроприводу: робочий тиск і швидкість руху гідроприводу; діапазон температур навколишнього гідропривід середовища, в якій він працює; максимальну температуру робочої рідини, до якої вона нагрівається в процесі роботи приводу, і тривалість роботи при цій температурі; характеристики матеріалів, з якими буде контактувати робоча рідина в процесі роботи (особливо це важливо для матеріалу ущільнень).

Саме призначення гідросистем також накладає вимоги при виборі рідини. Зазвичай гідроприводи поділяють на приводи загальнопромислового призначення, гідравлічні авіаційної техніки, гідравлічні сільгосптехніки та автомобільної промисловості, енергетичних об'єктів, суднових агрегатів.

До загальнопромисловим гідроприводу відносять гідравлічні системи металорізальних верстатів і промислових роботів, пресів, їх допоміжного обладнання, ливарних машин і інших об'єктів машинобудування. Зазвичай такі гідросистеми працюють в закритих опалювальних приміщеннях, де температура не знижується до від'ємних значень і не перевищує 30 -35 ° С. Таким умовам роботи при тисках до 30-35 МПа добре задовольняють мінеральні масла з

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
Зм	Апк	№ ппким	Підпис	Ппмп		40

в'язкістю 10-15 мм² / с при температурі 50 ° С. Але не слід забувати, що мінеральні масла при нагріванні їх до температур 70-90 ° С починають швидко втрачати свої первинні властивості (прискорюються процеси окислення і розкладання масла, погіршується змазує здатність, збільшується піно утворення і т. Д.). Тому в гідросистемах верстатів застосовують зазвичай індустріальні масла І-12А, І-20А, І-30А, І-40А, І-50А, які добре працюють при тисках робочої рідини до 10 МПа і її нагріванні до 60 ° С. У більш навантажених гідроприводах промислових роботів, маніпуляторів, автоматизованого обладнання, автоматичних ліній застосовують мінеральні масла з різними присадками, наприклад Тп-22, Т п-30, Т п-46, які витримують температуру нагрівання до 90 ° С і тиск до 15-20 МПа.

У більш важких умовах роботи при тиску 16-35 МПа, наприклад, в гідросистемах пресового автоматизованого обладнання, застосовують мінеральні масла марки ІГП з присадками проти зносі, антиокислювальні, антикорозійні та проти піни, а також різного роду емульсії, що володіють хорошими негорючими властивостями.

У гідросистемах, що працюють при високих температурах (автоматизоване пресове й ливарне обладнання, теплові двигуни), основним є вимога пожежної безпеки рідин. Цій вимозі в найкращій мірі відповідають штучні робочі рідини. Крім того, у них більш полого, ніж у мінеральних масл, характеристика зміни в'язкості залежно від температури, менша залежність модуля пружності від тиску. Але вони мають гірші змащуючі і антикорозійними властивостями, несумісні з іншими робочими рідинами, неінертні до матеріалів ущільнення, деякі типи штучних рідин токсичні. До того ж головною перешкодою їх широкого використання в машинобудівних гідроприводах є їх висока (в порівнянні з мінеральними маслами в кілька разів) вартість.

При виборі робочої рідини важливо також звертати увагу і на витрати в процесі її експлуатації. Адже обравши дорожчу (а значить, більш якісну) рідину, можна виграти на збільшенні терміну її служби. В цьому випадку зменшуються витрати на заміну масла, на зберігання, зменшуються простої обладнання під час зміни робочої рідини, збільшується ресурс роботи гідроприводу, а разом з ним і всього устаткування. Таким чином, вибираємо робочу рідину індустріальне масло І-12А.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		41

2.6. Вибір апаратури для керування приводом.

В схемі використовується дві частини: пневматична і гідравлічна. До пневматичній відносяться: компресор, фільтр вологовідділювач, три розрядні камери, пневмоострів, клапан регульований, манометр, масло-розпилювач, клапан зворотній(пневматичний). До гідравлічних відносяться: три розподільника, акумулятор, гідроциліндр, два дроселі, клапан зворотній(гідравлічний).

Пневматична частина:

Загальний вигляд фільтра вологовідділювача та технічні характеристики наведені в (рис.11) та таблиці 1 [7]



Рис.11. Фільтр вологовідділювач FESTO MS4-LFM [7]

Технічні характеристики фільтра вологовідділювача FESTO MS4-LFM

Таблиця 1

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
Зм	Апк	№ підпису	Підпис	Підпис		42

Конструкція	Фільтруючий елемент з HDPE
Приєднання	G3 / 8
Об'єм конденсату	55 см³
Кріплення	Вертикально, стаканом вниз
Робоча температура	-5 ° C ÷ 50 ° C при 16 бар
Фільтруючий елемент	25 мкм
Злив конденсату	Ручний

Загальний вигляд зворотного клапана та технічні характеристики наведені на (рис.12) та таблиці 2 [8]



Рис.12. Зворотній клапан ADCA RT25 – 020 [8]

Технічні характеристики зворотного клапана ADCA RT25 – 020

Таблиця 2

Умовний прохід	20 мм
Номінальний тиск	3,2 МПа
Тип клапана	Зворотній

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						43
Зм	Апк	№ док.ім	Підпис	Потп		

Матеріал ущільнення	VITON
Матеріал корпусу	Нержавіюча сталь 304
Матеріал запірного пристрою	Нержавіюча сталь 304
Тип приєднання	Різьба G 3/4"
Максимальна температура	+250°C
Клас герметичності	B

Загальний вигляд фільтра-вологовідділювача, показано на (рис.13) та технічні характеристики в таблиці 3 [9]



Рис.13. Фільтр-вологовідділювач CAMOZZI MX2 – 3/8 – F00 [9]

Технічні характеристики фільтр-вологовідділювача CAMOZZI MX2 – 3/8 – F00

Таблиця 3

Конструкція	Фільтруючий елемент з HDPE
Приєднання	G3 / 8
Об'єм конденсату	55 см ³
Кріплення	Вертикально, стаканом вниз

Робоча температура	-5 ° C ÷ 50 ° C при 16 бар
Фільтруючий елемент	25 мкм
Злив конденсату	Ручний
Робочий тиск	0,3 ÷ 16 бар

Загальний вигляд клапана регульованого з манометра та технічні характеристики показано на (рис.14) та таблиці 4 [10]



Рис.14. Клапан регульований з манометром [10]

LR-1/4-DB-7-O-MINI

Технічні характеристики клапана регульованого з манометром

LR-1/4-DB-7-O-MINI

Таблиця 4

Серія	DB
Функція	Регулятор тиску
Тип розміра	MINI – Монтажний крок 40 мм
Пневматичне з'єднання	Внутрішня різьба G1/4
Діапазон регулювання тиску	0,5...7 бар

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						45
Зм	Апк	№ док.ім	Підпис	Потп		

Загальний вигляд масло-розпилювача показано на (рис.15) та технічні характеристики на таблиці 5 [11]



Рис.15. Масло-розпилювач MS-LOE [11]

Технічні характеристики масло-розпилювача MS-LOE

Таблиця 5

Розміри	4,6,9,12
Приєднання	G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, G3/4, G1, G1 1/4, G1 1/2, G2,
Тиск	1...16 бар
Витрата	1100...22000 л/хв

Загальний вигляд пневматичного розподільника, який зображено на (рис.16) та технічні характеристики таблиці 6 [12]



Рис.16. Пневматичний розподільник
VUVS-L20-M52-AD-G18-F7-1C1 [12]

Технічні характеристики пневматичного розподільника
VUVS-L20-M52-AD-G18-F7-1C1

Таблиця 6

Серія	VUVS Серія S
Тип розподільника	L Індивідуальний розподільник
Пневматичне з'єднання	G18 G1/8

Гідравлічна частина:

Загальний вигляд гідро дроселя показано на (рис.17) та технічні характеристики в таблиці 7 [13]



Рис.17. Гідродросьель ДКМ 6/3 [13]

Технічні характеристики гідродросьель ДКМ 6/3

Таблиця 7

Максимальний тиск	35 МПа
Максимальна витрата робочої рідини	360 л/хв
Робоча рідина	Мінеральне масло
Температура робочої рідини	0...70°C
Маса	12 кг

Загальний вигляд гідравлічного розподільника (рис.18) та технічні характеристики таблиці 8 [14]

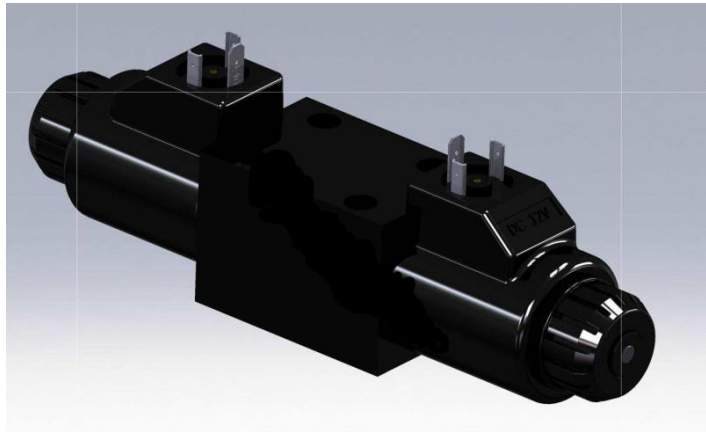


Рис.18. Гідравлічний розподільник PX06 [14]

Технічні характеристики гідравлічного розподільника PX06

Таблиця 8

Умовний прохід	6 мм
Максимально допустимий тиск на зливі	16 МПа
Тиск на вході	Номінальне-32 МПа, максимальне-32 МПа, мінімальне-0
Тиск керуванням гідророзподільника з гідравлічним керуванням	Максимальне-6 МПа Минимальне-1,1 МПа

Загальний вигляд гідравлічного розподільника (рис.19) та технічні характеристики таблиці 9 [15]



Рис.19. Гідравлічний розподільник BE10.574 Г24 [15]

Технічні характеристики гідравлічного розподільника BE10.574 Г24

Таблиця 9

Мінімальний тиск	31,5 МПа
Максимальна витрата	100 л/хв
Умовний прохід	10 мм

Загальний вигляд гідроциліндра (рис.20) та технічні характеристики таблиці 10 [16]



Рис.20. Гідроциліндр NFPA [16]

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						50
Зм	Апк	№ докум	Підпис	Пити		

Технічні характеристики гідроциліндра NFPA

Таблиця 10

Діаметр штока	40 мм
Діаметр поршня	80 мм
Максимальний хід	400 мм
Діапазон робочої температури	Від -20°C до +80°C
Максимальна швидкість поршня	0,5 м/с

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічний контроль якості креслення

У результаті технологічного контролю креслення кришки, виявлено наступне:

- на кресленні вказані всі розміри, які необхідні для виготовлення деталі;
- шорсткість усіх поверхонь деталі вказана відповідно до ГОСТ 2789-73;
- допуски і відхилення розмірів наведені відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82;
- допуски форми та розташування поверхонь вказані відповідно до ГОСТ 24643-81;
- вимоги до точності виготовлення поверхонь кришки відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

3.2. Аналіз службового призначення деталі і умов її роботи у вузлі

Визначення класу деталі.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						51
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		

Деталь кришка призначена для механічного з'єднання двох частин насосної установки, гідравлічної з пневматичною частиною. Розглядаючи її конфігурацію і габарити, можна передбачити, що кришка є деталлю середньо серійне машинобудування.

Кришка відноситься до класу деталей кручення і призначена установки в насосну установку для перекачування в'язких рідин.

Кришка виготовляється з сталі 12X17, яка використовується для агресивних середовищ, сприймає не значні ударні навантаження (табл. 3.1).

Табл.3.1

Фізичні властивості і хімічний склад сталі 12X17

Сталь	Толщина стінки, діаметр, мм	C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
					не більше	
12X17	36, 100	0,09-0,15	0,8	0,8	0,025	0,03
Межа міцності: при розтягуванні $\sigma_s = 245$ МПа, при вигинанні $\sigma_s = 390$ МПа.						

3.3. Визначення серійності виробництва та групи складності

Для правильного підбору технологічного процесу виготовлення заготовки необхідно визначити тип виробництва, тобто групу серійності. Попередньо визначаємо, що заготовку отримуємо з круглого прокату Ø105мм.

Для обґрунтування типу виробництва необхідно описати його за коефіцієнтом закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum_{i=1}^n OP_i}{\sum_{j=1}^m PM_j},$$

але враховуючи неможливість його використання без заводських даних використовуємо наближений табличний метод за масою та річним обсягом випуску і визначаємо тип виробництва якісно (ВСВ, ССВ). Після цього у відповідності за стандартом, який встановлює чисельне значення $K_{з.о}$ для даного типу виробництва обираємо його конкретне значення.

У відповідності до таблиці, тип виробництва згідно з ГОСТ 3.1108-74:

$K_{з.о.} = 1$ — масове виробництво;

$1 < K_{з.о.} < 10$ — велико серійне виробництво;

$10 < K_{з.о.} < 20$ — середньо серійне виробництво;

$20 < K_{з.о.} < 40$ — малосерійне виробництво;

$K_{з.о.} \geq 40$ — одиничне виробництво.

Висновок: всі подальші технологічні рішення будемо розробляти для умов середньо серійного типу виробництва з $K_{з.о} = 14$.

3.4. Технологічні операції

005 Заготовка (рис.3.1).

Обладнання: Стрічкопильному верстаті Pilous ARG 220 Plus.

005: Відрізати заготовку, витримуючи розміри: 15 мм, 10 мм на (рис.3.1).

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						53
Зм	Апк	№ ппкпм	Підпис	Ппмп		

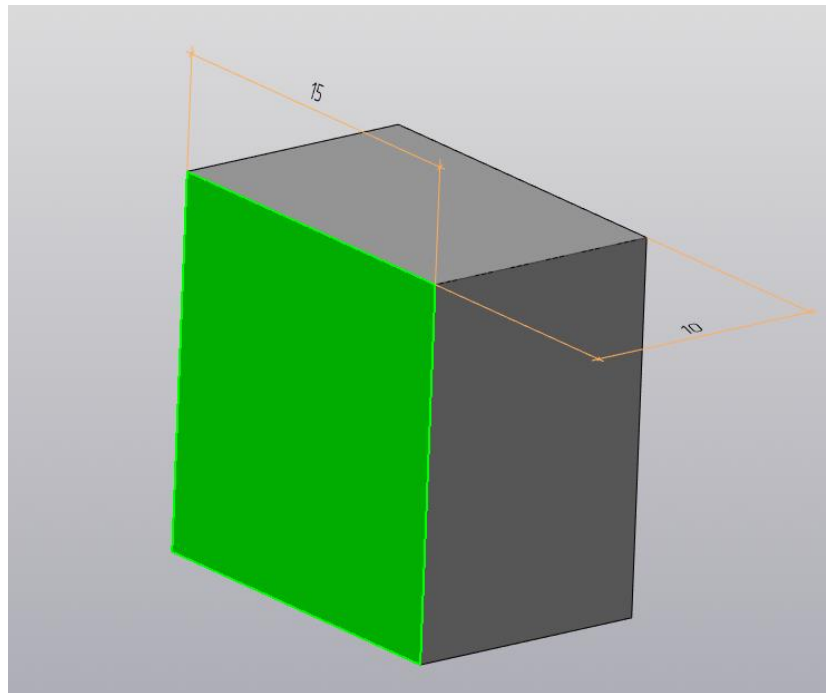


Рис.3.1. Заготовка

010 Токарна (рис.3.2).

Обладнання: Токарний верстат CW62160H

010: Повздовжнє и торцеве оброблення, витримуючи розміри 5 мм, $\varnothing 10$ мм на (рис.3.2).

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						54
Зм	Апк	№ ппк/ім	Підпис	Помп		

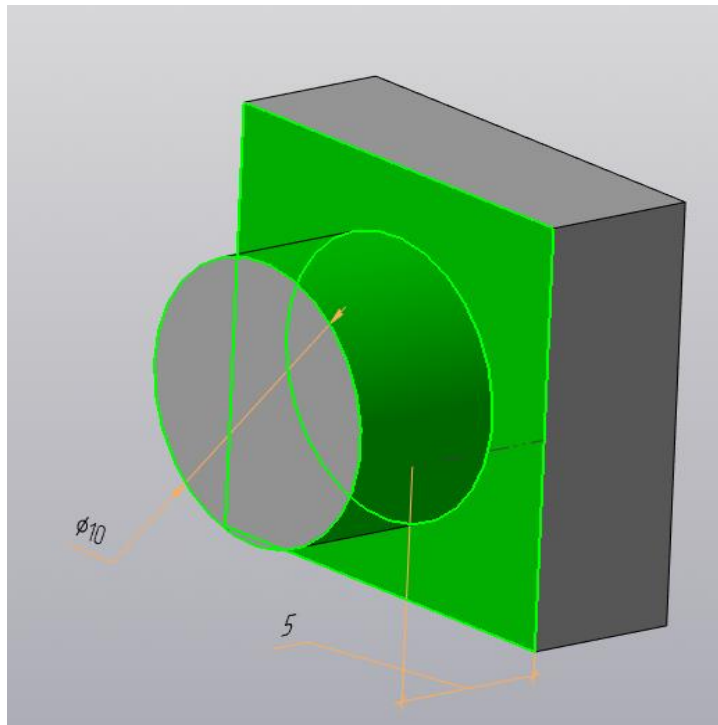


Рис.3.2. Токарна обробка

035 Свердління та фрезерування (рис.3.7).

Обладнання: Універсальний високопродуктивний верстат 2Р35

035: Зробити отвір і нарізати різьбу, витримуючи розміри 1, 2, 3, 4, 5 на (рис.3.7).

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						55
Зм	Апк	№ докум	Підпис	Потп		

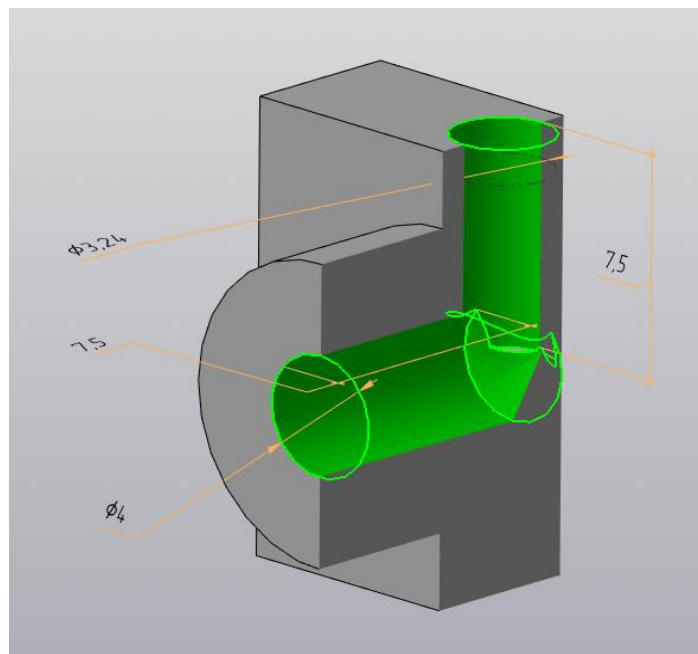


Рис.3.3. Свердління та фрезерування

030 Фрезерування (рис.3.6).

Обладнання: Токарний верстат CW62160H

030: Обробка витримуючи розміри 1, 2 на (рис.3.6).

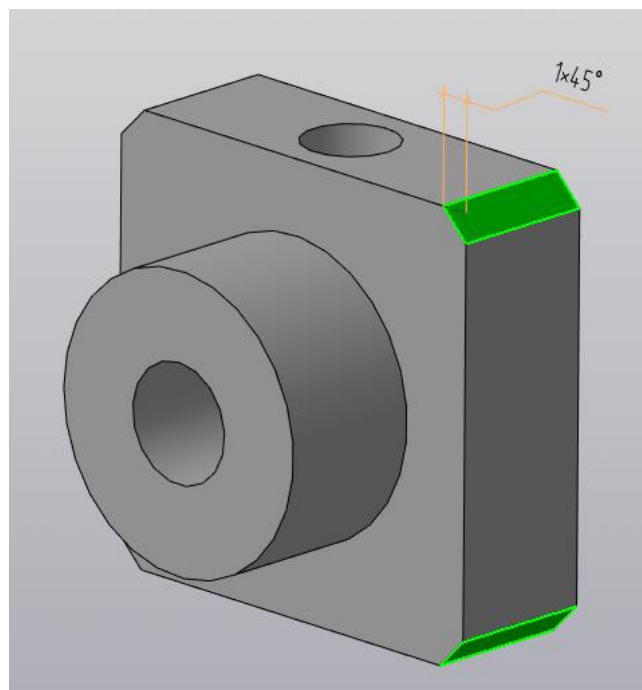


Рис.3.4. Токарна обробка

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						56
Зм	Апк	№ докум	Підпис	Пити		

045 Шліфувальна Обладнання: круглошліфувальний верстат типу 3151.

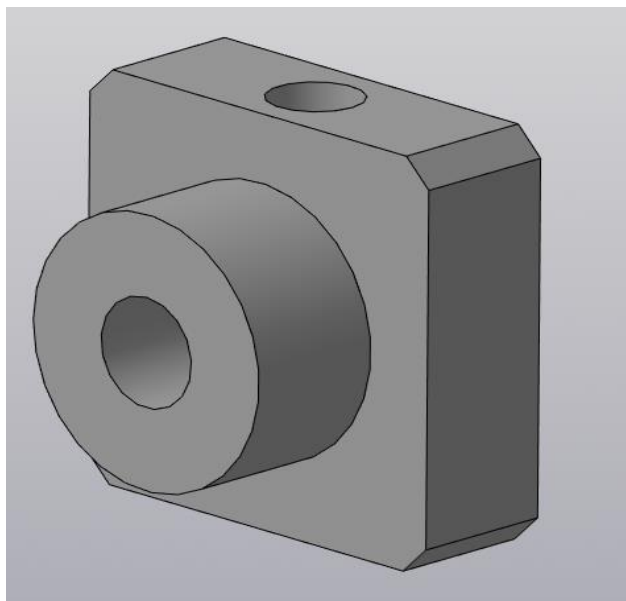


Рис. 3.5. Шліфувальна

045: Різальний інструмент: круг типу 3Б25С1.

050 Миюча

050: Зняти масло використовуючи хімічний засіб DOCKER DEKAMET, нанести, змити напором води, просушити.

055 Покриття

055: Хромування h 0,8 мкм внутрішню поверхню для зменшування зношення тертям.

Окраска зовнішньої поверхні протикорозійними засобами.

060 Слюсарна

Обладнання: обладнання слюсарне УЗП.

060: Різальний інструмент: різальний інструмент стандартний.

065 Упаковка

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						57
Зм	Апк	№ ппк/ім	Підпис	Пптт		

065: Упакувати готову деталь в пінопласт, потім у картонну коробку розміром 120х120х50.

Висновок:

Для виготовлення кришки нам необхідні інструменти назва та характеристика представлена в (табл. 3.2.).

Табл. 3.2

Характеристика інструментів

№ операції	Найменування	Інструмент	$t, \text{мм}$	$S, \text{мм/об}$	$n, \text{хв}^{-1}$	$V, \text{м/хв}$	$T_{\text{об}}, \text{хв}$
005	Заготовка	CoroCut 1-2 N123G55-25A2	3	0,7	4000	638	6
010	Токарна	Різець CoroTurn 107 SCLCR 2020K 09	145	0,25	4000	785	10
015	Свердління	Сверло CoroDrill 880-ID2650L32-03	19	0,16	2000	333	4
020	Токарна	Різець CoroTurn 107 A20S-SDXCR 11-R	11	0,282	4000	358	2
025	Токарна	Різець T-Max Q-Cut RAG151.32-16M15-25	4,1	0,08	4000	668	1
030	Фрезерування	CoroMill Plura R217.94-10019BC20N	0,7	0,141	1800	464	1
035	Свердління	CoroDrill 860 1200-036A1-NM H10F	2,1	1	2500	292	1
	Фрезерування	CoroMill Plura R217.94-10019BC20N	0,7	0,141	1800	464	1
040	Свердління	CoroDrill 860 1000-030A1-NM H10F	4,1	1	2000	297	1

РОЗДІЛ.4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Небезпечний виробничий чинник – чинник, дія якого може призвести до травм або іншого раптового погіршення стану здоров'я робітника.

У відповідності по ГОСТ 12.003-74 небезпечні і шкідливі чинники за природою дії діляться на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

В цьому розділі дипломного проекту «Охорона праці» буде розглянуто питання, які торкаються безпеки при модернізації багатопозиційного пневмогідравлічного приводу з дозуючими пристроями:

1. Характеристики приміщення, де проходить керування позиційним приводом;
2. Аналіз мікрокліматичних умов;
3. Освітлення навчальної аудиторії;
4. Пожежна безпека;
5. Електробезпека.

4.1. Характеристики переміщення

Навчальна аудиторія, де проходять випробування розрядних камер, має наступні параметри:

1. Висота $h = 4\text{м}$;
2. Довжина $l = 4\text{м}$;
3. Ширина $b = 5\text{м}$..

Таким чином, визначимо площу и об'єм навчальної аудиторії:

$$S = b \cdot l = 5 \cdot 4 = 20\text{м}^2;$$

$$V = b \cdot l \cdot h = 5 \cdot 4 \cdot 4 = 80\text{м}^3.$$

У навчальній аудиторії для модернізації позиційного приводу працює одна людина.

Таким чином, порівнюємо фактичні дані відносно площі і об'єму, які доводяться на одного робітника, з нормативними (див. табл.4.1) [11].

Табл. 4.1

Порівняння фактичних і нормативних даних відносно площі і об'єму приміщення на одного працівника [11]

Параметри	Нормативні	Фактичні
Площа, m^2	Не менш ніж 6	20
Об'єм, m^3	Не менш ніж 71,5	80

Таким чином, параметри навчальної аудиторії, де проходить керування позиційного приводу, а саме розміри цього приміщення, які доводяться на одного працівника, відповідають нормативним параметрам площі і об'єму приміщення на одного працівника.

4.2. Аналіз мікрокліматичних умов

Нормативний документ, який визначає параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ГОСТ 12.1.005-88 [12].

Оптимальна температура повітря підтримується взимку за рахунок центрального опалювання, а влітку – за допомогою кондиціонера OLMO OSH-10LD7W.

У цій навчальній аудиторії здійснюється робота, яка відноситься до категорії Пб, тобто робота, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням,

переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Далі порівнюємо фактичні параметри мікроклімату приміщення з нормативами, і ці дані зведемо в (табл 4.2.)

Таблиця 4.2

Оптимальні норми температур, відносній вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні навчальної аудиторії

Чинники мікроклімату	Нормативні		Фактичні	
	Холодний період року ($t < +10^{\circ}\text{C}$)	Теплий період року ($t \geq +10^{\circ}\text{C}$)	Холодний період року ($t < +10^{\circ}\text{C}$)	Теплий період року ($t \geq +10^{\circ}\text{C}$)
Температура, $^{\circ}\text{C}$	17 – 19	20 – 22	18	22
Вологість, %	60 – 40	60 – 40	60 – 40	60 – 40
Швидкість руху повітря, м/с	Не більше 0,2	Не більше 0,3	0,15	0,3

Таким чином, ми бачимо, що фактичні параметри мікроклімату даної навчальної аудиторії відповідають нормативним параметрам ГОСТ 12.1.005-88 [12].

4.3. Освітлення навчальної аудиторії

Розрахунок освітлення проводиться для кімнати площею 20 м², ширина якої 5м, довжина 4 м. Скористаємося методом світлового потоку [13].

Визначимо світловий потік в приміщенні і порівняємо його з допустимим, за формулою:

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S \cdot k_3 \cdot z},$$

де: $E_{\text{еф}}$ – розраховується світловий потік, Лк;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається за таблицею).
Роботу оператора, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде $E = 150\text{лк}$;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S = 20 \text{ м}^2$);

z – відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1 ... 1,2, нехай $Z = 1,1$);

k_3 – коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення й характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку $K = 1,5$);

N – кількість світильників;

n – кількість ламп у світильнику;

η – коефіцієнт використання (додаток 1), (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін ($R_{\text{с}}$) і стелі ($R_{\text{п}}$)),
Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{\text{сл}} = 70\%$, стіни мають світлосірий колір $R_{\text{сн}}$

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						62
Зм	Апк	№ дпк/им	Підпис	Попл		

= 50%, підлога з паркету $\rho_p=30\%$.. Значення η визначимо з додатку 1 коефіцієнтів використання

різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{20}{3.2 \cdot (5+4)} = 0.695,$$

де: S – площа приміщення, $S = 20 \text{ м}^2$;

h - розрахункова висота підвісу над робочою поверхню, $h = 3.2 \text{ м}$;

A - ширина приміщення, $A = 5 \text{ м}$;

B – довжина приміщення, $B = 4 \text{ м}$.

Підставивши значення отримаємо:

Знаючи індекс приміщення I , за додатку знаходимо $\eta = 0,35$.

Для освітлення використовується три люмінесцентні лампи типу DeLux T8 36W/54 G13, світловий потік яких $F = 2400 \text{ Лк}$.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку $E_{\text{еф}}$:

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S \cdot k_3 \cdot z} = \frac{2400 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,35}{20 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 152,7 \text{ лк}.$$

В процесі роботи з дозуючими камерами виконуються зорові роботи малої точності. Таким чином, мінімальна освітленість даної навчальної аудиторії складає 150лк.

4.4. Пожежна безпека

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						63
Зм	Апк	№ підпису	Підпис	Помп		

Виробництва по ступеню пожежної небезпеки відноситься до категорії Б - рідина, газ з температурою спалаху вище 28°C до 61°C.

Застосовуємо вогнегасники ВВК-2 (вогнегасник вуглекислотний ємністю 2 л). Вуглекислотний вогнегасник ВВК-2 являє собою сталевий балон ємністю 2 л, у горловину якого на конусному різьбленні увернутий вентиль з латуні із сифонною трубкою і запобіжним пристроєм. У корпусі вентиля з двох сторін маються штуцера, один із яких призначений для установки запобіжника, а інший для приєднання розтруба снігоутворювача. Так як на підприємстві відбувається перекачування легкозаймистих рідин, то велика вірогідність пожежі класу В [14]. Тому вибираємо вуглекислотні вогнегасники.

Громадські та адміністративно-побутові будинки на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопінних або водяних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше. Крім того, слід передбачати по одному газовому вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше: на 20 м² площі підлоги в таких приміщеннях: офісні приміщення з ПК, комори, електрощитові, вентиляційні камери та інші технічні приміщення. Вогнегасники слід розміщувати у легкодоступних і помітних місцях, а також поблизу місць, де найбільш імовірна поява осередків пожежі.

4.5. Електробезпека

Електробезпека людей значною мірою залежить від вологості і температури повітря у приміщенні, ступеня електропровідності підлоги і стін, наявності в повітрі хімічних речовин й електропровідного пилу тощо.

Дане приміщення відноситься до категорії – приміщення без підвищеної небезпеки. Це сухі приміщення зі струмонепровідною підлогою, з вологістю не вище 75%, без пилу або лише зі струмонепровідним пилом температурою

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						64
Зм	Апк	№ ппким	Підпис	Пппп		

повітря до 30°C, в яких відсутня можливість одночасного дотику людини до корпусу електричної установки і металевих елементів, з'єднаних з землею;

При роботі даної, яка розташована у навчальній аудиторії, передбачено наступні заходи з електробезпеки:

- нормування опору ізоляції: обмотка компресору, маємо опір ізоляції не менше 0,5 МОм;
- дана насосна установка має можливість в автоматичному режимі керування, в якій відсутнє електричне керування.
- рубильники для відключення струму у випадку непередбачуваних обставин розташовані в доступному видному місці, підхід до них вільний.

Приміщення відповідає усім нормам електробезпеки [15] та є придатним та безпечним для роботи.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						65
Зм	Апк	№ ліквим	Підпис	Потп		

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз показав, що застосування крокових позиційних приводів є досить поширеним у машинобудуванні, а також не досконалість деяких типів конструкцій, що при застосуванні у сучасному машинобудуванні не можуть забезпечити ефективність роботи.

Запропоновано модернізацію пневмогідравлічного крокового позиційного приводу з розрядними камерами, який в порівнянні з існуючим аналогом дозволяє забезпечити утримання положення штоку гідравлічного циліндра при знакозмінному навантаженні.

Розроблено технологію виготовлення кришки гідравлічного циліндра, обрані інструменти та технологічне обладнання для забезпечення виготовлення деталі.

					МА61102.ДП.00.00.00 ПЗ	Апк
						66
.Зм	Апк	№ дпк.ім	Підпис	Пптт		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/elektricheskie-privody/>,
2. <https://dmliefer.ru/katalog/privodnaja-tehnika/pnevmaticheskie-privody>,
3. <https://dmliefer.ru/katalog/privodnaja-tehnika/gidravlicheskie-privody>,
4. <http://imm-mmi.kpi.ua/imm2020/author/submission/21655>,
5. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом “ПРОЕКТУВАННЯ ОБ’ЄМНИХ ГІДРОПРИВОДІВ” для студентів з фаху “ГІДРАВЛІЧНІ І ПНЕВМАТИЧНІ МАШИНИ” (Укладач В.К. Буслов – Київ, НТУУ “КПІ”, 2008).
6. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом “ОБ’ЄМНИЙ ПНЕВМОПРИВОД” для студентів, що навчаються за фахом “ГІДРАВЛІЧНІ ТА ПНЕВМАТИЧНІ МАШИНИ”.
7. <http://catalog.camozzi.ua/#!d01g09s05p01>
8. <http://www.lizavit.ru/tovar-90-rt25-obratnii-klapan-nerjaveushaya-stal-rezbovoi.htm>
9. <http://catalog.camozzi.ua/#!d01g09s05p01>
10. https://www.festo.com/cat/be_by/products
11. <http://catalog.camozzi.ua/#!d01g09s05p01>
12. https://www.festo.com/cat/be_by/products_020000
13. <https://www.ugm74.com/gidrodrosseli-i-smazochnye-drosseli/>
14. http://gik43.ru/category_2.html
15. <http://www.gidrolast.ru/stati-po-gidravlicheskim-i-pnevmaticheskim-privodam/proizvodstvo-gidravlicheskogo-i-pnevmaticheskogo-oborudovaniya/marki-gidrotsilindrov/>
16. <http://www.impel.com.ua/hydrocylinders/index.shtml>.